

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ  
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**

**Hornicko – geologická fakulta**

Institut hornického inženýrství a bezpečnosti

**Náklady uzavírky důlních děl při odstavení hlavního  
ventilátoru jámy StI/ 1 Dolu Paskov, OKD, a.s.**

**The cost of closure of mines roads during stop of the  
mainfan shaft StI/ 1 Paskov Colliery at OKD, a.s.**

**bakalářská práce**

**Autor:** David Zedníček

**Vedoucí bakalářské práce:** prof. Ing. Adamus Alois, Ph.D.

Ostrava 2015

## Zadání bakalářské práce

Student: **David Zedníček**

Studijní program: B2111 Hornictví

Studijní obor: 2101R008 Hornické inženýrství

Téma: Náklady uzavírky důlních děl při odstavení hlavního ventilátoru jámy  
StI/1 Dolu Paskov, OKD, a.s.  
The cost of closure of mines roads during stop of the main fan shaft  
StI/1, Paskov Colliery at OKD, a.s.

Zásady pro vypracování:

Úvod

1. Charakteristika důlně geologických podmínek dobývacího prostoru Dolu Paskov
2. Báňsko-technická charakteristika uzavíraných děl
3. Typy a stavba důlních hrází
4. Použití nového typu hráze
5. Vyhodnocení nákladů na uzavírku, doporučení

Závěr

Rozsah práce: 25 – 33 stran textu, 3 – 5 příloh

Seznam doporučené odborné literatury:

Grygárek, J., Hudeček, V: *Základy hornictví*. Skripta VŠB – TU Ostrava, 2004.  
Vavro, M.: *Technologie hlubinného dobývání uhelných ložisek*. Skripta VŠB, VŠB 1993.  
Prokop, P.: *Důlní větrání a technika bezpečnosti*. Skripta VŠB – TU Ostrava, 2002.  
Související báňské předpisy dostupné v Automatizovaném systému právních informací (ASPI), síť VŠB-TU Ostrava.  
Interní podnikové podklady OKD a.s. Důl Paskov.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Alois Adamus, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2014

Datum odevzdání: 30.04.2015

doc. Ing. Petr Žůrek, CSc.  
vedoucí institutu



prof. Ing. Vojtech Dirner, CSc.  
děkan fakulty

## **Prohlášení**

**Celou bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.**

**Byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.**

**Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).**

**Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.**

**Souhlasím s tím, že bakalářská práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licences. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit [ttp://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/)**

**Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.**

**Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).**

**V Ostravě**

*7.4.2015*

**David Zedníček**



## **Anotace**

Práce předkládá základní typy objektů odolných výbuchu k prostorovému uzavírání důlních děl v plynujícím dole. Úvod práce je věnován stručné důlně geologické charakteristice dobývacího prostoru Důlního závodu 3, OKD, a.s. a báňsko technické charakteristice izolované oblasti Staříč I. Následuje základní rozdělení, soubor důlních výbuchu odolných hrází a stručný popis postupu při uzavírání. Práce se dále zabývá aplikací nových vyplňovacích směsí pro stavbu uzavíracích hrází v daných podmínkách. Závěrem porovnávám náklady na výstavbu hrází a vyhodnocuji výsledky nákladů spojených s užíváním hrází ze směsi ADIBET-W30ES a hmoty Tekblend H.

**Klíčová slova:** důlní dílo, hrázové dveře, izolační hráz, uzavírací hráz, zásek, sádra, cementová směs, napěnění, vázací schopnost, výbuchuvzdornost, Sviadnov.

## **Annotation**

The work presents basic types of explosion proof sealing used for explosion spatial closure of mining roads in the gassy mine. The Introduction of the work deals with a brief mining geological characteristics of the mining area Důlní závod 3, OKD, a. s. and mining technical characteristics of the isolated area Staříč I. Following the basic division, compiling mine explosion proof sealings and a brief description of the procedure for closing. The study also discusses the application of new sealed mixtures for the construction of closing sealing in given conditions. Finally I compare the costs of construction of sealing and analyze the results of costs associated with the use of sealing based on usage of the ADIBET-W30ES material and the Tekblend H material.

**Keywords:** mining work, barrier doors, insulation sealing, closure sealing, hack, plaster, cement mixture, foaming, binding property, explosion proof, Sviadnov.

## Obsah

### Úvod

1	Charakteristika důlně geologických podmínek dobývacího prostoru Důlního závodu 3, OKD, a.s. ....	2
1.1	Vymezení dobývacího prostoru dolu .....	2
1.2	Důlně-geologická charakteristika dobývacího prostoru.....	3
1.3	Důlně geologické podmínky .....	4
1.3.1	Černé uhlí .....	4
1.3.2	Tektonika lokality Sviadnov .....	4
1.3.3	Bezpečnost.....	5
2	Báňsko-technická charakteristika uzavíraných děl .....	5
2.1	Vymezení oblasti.....	5
2.2	Místa zřizování uzavíracích hrází .....	6
2.3	Izolační hráz č. 21 382 .....	7
2.3.1	Situování, typ a rozměry hráze.....	7
2.3.2	Výpočet hráze.....	8
2.4	Izolační hráz č. 32 429 .....	8
2.4.1	Situování, typ a rozměry hráze.....	9
2.4.2	Výpočty hráze.....	9
2.5	Doplňující opatření.....	10
3	Typy a stavba důlních hrází.....	10
3.1	Historie a vývoj hrází .....	11
3.2	Rozdělení hrázových objektů .....	13
3.2.1	Rozdělení podle druhu využití .....	13
3.2.2	Uzavírací hráze podle konstrukce a druhu použitého materiálu .....	13

3.3	Používané typy a stavba hrází .....	13
3.3.1	Zděná hráz .....	13
3.3.2	Plavená popílková hráz .....	14
3.3.3	Hráz pytlová .....	15
3.3.4	Z rychle tuhnuoucích hmot.....	16
3.4	Dimenzování hrázových objektů.....	20
3.5	Vystrojení hrází .....	21
3.5.1	Potrubí .....	22
3.5.2	Průlezy pro izolační hráze .....	22
3.6	Kontroly .....	22
4	Použití nového typu hráze .....	23
4.1	Vyplňovací hmota ADIBET-W30ES.....	24
4.1.1	Použití.....	24
4.1.2	Vlastnosti.....	25
4.1.3	Výpočet délky.....	26
4.1.4	Plnění.....	26
4.1.5	Balení, transport, skladování .....	27
4.2	Vyplňovací hmota Tekblend H .....	27
4.2.1	Vlastnosti.....	27
4.2.2	Použití.....	28
4.2.3	Výpočet délky hráze .....	29
4.2.4	Zpracování.....	30
4.2.5	Balení transport skladování .....	30
5	Vyhodnocení nákladů na uzavírku, doporučení .....	31
5.1	Výpočet nákladů a úspor .....	31

5.2	Izolační hráze, kap. /2.3/ a /2.4/ .....	33
5.3	Uzavírací hráze.....	33
5.4	Vyhodnocení nákladů.....	34
5.5	Doporučení .....	38
Závěr .....		39
Seznam použité literatury.....		40
Seznam obrázků .....		42
Seznam grafů.....		42
Seznam tabulek .....		42
Seznam příloh .....		43

## Seznam použitých zkratek

<b>BP</b>	Bakalářská práce
<b>CI</b>	Continuous Improvement
<b>ČBÚ</b>	Český báňský úřad
<b>HBZS</b>	Hlavní báňská záchranná stanice
<b>HV</b>	Hlavní ventilátor
<b>NWR</b>	New World Resources
<b>OBÚ</b>	Obvodní báňský úřad
<b>OKR</b>	Ostravsko-karvinský revír
<b>PIO</b>	Průlez izolačním objektem
<b>PUP</b>	Průtrž uhlí a plynů
<b>StI/ 1</b>	Jáma č.1 lokalita 1 Sviadnov Důlního závodu 3
<b>StI/ 2</b>	Jáma č.2 lokalita 1 Sviadnov Důlního závodu 3
<b>VLH</b>	Vedoucí likvidace havárie
<b>VŠB</b>	Vysoká škola báňská
<b>VVUÚ</b>	Vědecko-výzkumný uhelný ústav Ostrava-Radvanice
<b>ZBZS</b>	Závodní báňská záchranná stanice



## Úvod

Hospodárným vydobytím předmětných uhelných zásob poskytuje Důlní závod 3 OKD, a.s., významné množství suroviny pro průmyslové využití a ze sociálního hlediska je na dlouhou dobu významným regionálním zaměstnavatelem. Z pohledu ochrany životního prostředí je předmětná činnost zásahem v daném regionu, předmětné zásoby však bez zásahu do horninového masívu využít nelze. Separování jednotlivých důlních větrných oblastí, ukončení dobývání, přerušení těžby nebo požáry jsou situace v dole, kterési mohou vyžádat rozhodnutí prostorově uzavřít vybranou oblast a izolovat od sebe jednotlivé části dolu. K tomuto účelu jsou určena zařízení od technicky jednoduchých lehkých staveb ze dřeva až po protivýbuchové důlní hráze. Důvody vedoucí k uzavření důlního díla, geologické podmínky v okolí umístění hráze, požadavky na těsnost, logistiku dopravy materiálu k místu budování, důlní pracovní podmínky i případné plánované odstranění vybudovaného objektu jsou okolnosti rozhodující pro výběr daného typu hráze. V předložené práci jsou uvedeny používané příklady výbuchuodolných hrází k uzavírání důlních děl, stařin, k izolování jednotlivých samostatných větrných oddělení a větrných oblastí. Ve své práci řeším použití nových minerálních cementových směsí. Na míru požadavkům vyrobenou směs ADIBET-W30ES a praxi v OKD, a.s. odzkoušenou směs Tekblend H. Závěrem jsou uvedeny celkové náklady na uzavírku podle typu hráze a příklady dalších nákladů i úspor spojených se stavbou a užíváním hrází.

# 1 Charakteristika důlně geologických podmínek dobývacího prostoru Důlního závodu 3, OKD, a.s.

## 1.1 Vymezení dobývacího prostoru dolu

Předmětná lokalita dobývacího prostoru je situována v takzvaném paskovském hřbetu, který se nalézá na území Moravskoslezského kraje, české části hornoslezské pánve, příborské dílčí oblasti. Černé uhlí tu začalo poutat pozornost odborníků na přelomu let 1901 - 1902, kdy zde francouzský podnikatel Chanove provedl první hlubinný vrt úspěšný na vzorky uhlí. Následovaly výsledky z let 1902 - 1920 získané z vrtů prováděné Vídeňskou společností Fauk a Rakouskou vrtnou a kutací. Po znárodnění těžebních společností bylo rozhodnuto plány na stavbu dolu realizovat, ale výsledky zajišťovacího vrtu pro hloubení jámy provedeného v roce 1950 - 51 ukázaly mnohem složitější úložní poměry uhlonosného souvrství a výstavbu dolů a infrastruktury vystřídal opět geologický průzkum trvající do roku 1960. Dobrozdání pak vystřídaly výpočty uhelných zásob příslušnými orgány, podle kterých byl vyprojektován nový Důl Staříč. Rozsáhlý dobývací prostor, obr. č. 1, byl rozdělen do tří samostatných závodů se zcela rozdílnými úkoly. A to na závod Staříč I ve Sviadnově, závod Staříč II ve Staříči a závod Staříč III v Chlebovicích, s pomocným závodem Staříč IV v Rychalticích, [1].



Obr. č. 1. Dobývací prostor Důlního závodu 3, OKD a.s. [2]

Dnes je důl součástí OKD, a.s., která je dceřinou společností New World Resources, středoevropského producenta černého uhlí. Dne 1. ledna 2015 byl důl přejmenovaný na Důlní závod 3 a v současnosti je jediným činným dolem ostravské části revíru. Závod je nyní tvořen lokalitou Staříč a Chlebovice. Svými rozměry spadá do řídce zastavěných částí obcí Staříč, Fryčovice, Brušperk, Frýdek-Místek, Chlebovice, Lysůvky, Rychaltice, Zelinkovice, Žabeň, Sviadnov a Oprechtice.

## 1.2 Důlně-geologická charakteristika dobývacího prostoru

Z geomorfologického hlediska je okolí dobývacího prostoru s rozlohou přes 40 km<sup>2</sup> geneticky spjato s dobře vyvinutými stratigraficky níže položenými petřkovickými a naopak značně erodovanými výše položenými hrušovskými vrstvami. Nadloží a podloží slojí je značně anizotropní a variabilní, lavice aleuropelitů a psamitů s průměrnou mocností několika metrů. Zespoda jsou tyto vrstvy ohraničeny kyjovickými vrstvami tzv. Štúrovým mořským patrem a shora mořským patrem Enny. Svrchní část ostravského souvrství je zastoupena částečně zachovanými jaklovickými vrstvami v denudačních relikttech. Z interních podkladů společnosti [3] dále uvádím: „Dobývací prostor Staříč se nalézá v oblasti vněkarpatských příkrovů, takže úložní poměry zde lze charakterizovat jako poměrně složité. Tektonická stavba je idiomorfni a vrásovo-násunová. V paleoreliéfu karbonu jsou dominantními formami příčná alpínská morfostruktura příborsko-těšínského hřbetu jako pozitivní forma, negativním doplňkem je staříčská brachysynklinála s osou směru SSV-JJZ, stáčeující se až k JZ. V prostoru lokality V místech rozšíření DP se uplatňuje dílčí deprese v příborsko-těšínském hřbetu, tzv. Oprechtický výmol.“

Vývoj některých jednotlivých slojí je ale nerovnoměrný, nahodilý a poměrně často dochází ke štěpení a opětovnému spojování. Plynulost dobývání uhlí narušuje tektonika s kompresními strukturami, násuny, přesmyky a asymetrické brachystruktury i poklesové zlomy. Amplituda příčného staříčského zlomu dosahuje až sto metrů. Zato podélné kompresní dislokace mají rozměry okolo desítek metrů a jak uvádí Muta ve svém návrhu přípravy a dobývání porubních bloků dobývacího pole, [4]: „Generel kompresní tektoniky je SV – JZ až SSV – JJZ a lokálně i VSV – ZJZ. Výšky skoku na kompresních strukturách se pohybují v rozpětí od centimetrů po desítky metrů. Amplituda hlavního Paskovského přesmyku činí až 200 m“.

### 1.3 Důlně geologické podmínky

#### 1.3.1 Černé uhlí

Nehomogenní v podstatě koloidní přírodní hmoty, vzniklé přeměnou organických látek rostlin. Pochod zuhelnění záleží na postupném relativním hromadění uhlíku organické složky. Kyslíčník uhlíčitý a vodu do prostoru vylučují některé rozkládající se látky a kyslíčník uhlíčitý, který se zčásti uhlíku při zuhelnění do okolí vyvíjí. V průběhu zuhelnění dochází i k přechodu koloidní složky na anizotropní a vytváří se tak grafitová modifikace uhlíku, [5].

Uhlí z Důlního závodu 3 pochází převážně z petřkovských vrstev ostravského souvrství. V interních podkladech společnosti [3] je uvedeno: „Dobývány jsou sloje, které lze označit jako černouhelné humity. V menším množství se vyskytují sapropelity (kenelové uhlí), liptobiolity se prakticky nevyskytují. Souhrnně je možno uhlí označit petrografickým termínem jako lesklé černé uhlí. Stupeň prouhelnění je závislý na hloubce uložení a pozici v dobývacím prostoru Staříč. Obecně platí Hiltovo pravidlo a závislost stupně prouhelnění na ZSZ - VJV polaritě pánve.“

#### 1.3.2 Tektonika lokality Sviadnov

Dobývací pole lokality Sviadnov zabírá severovýchodní část DP Staříč a v západní části je oddělen Centrálním paskovským zlomem od dalšího dobývacího pole. Ten tvoří jejich přirozenou hranici. Jmenovaný zlom je ukloněn asi 45° k východu a amplituda poklesu je zde až 400 m (v absolutním výškovém vyjádření asi 270 m). Významnějším tektonickým prvkem je v prostoru 1. pole následující struktura, [3]:

- 3. a 4. sviadnovská porucha probíhající centrální částí SSV-JJZ směrem s úklonem 60° k SZ. Jedná se o poklesové dislokace. Amplituda:
  - 3. sviadnovské poruchy činí max. 15 m,
  - 4. sviadnovská porucha má amplitudu od 25 do 40 m.

### 1.3.3 Bezpečnost

- Samovznícení uhlí: Náchylnost uhlí k samovznícení byla vyhodnocena dle Směrnice 05/2009 gen. ředitele OKD, a.s. ve smyslu § 187 vyhlášky ČBÚ č. 22/1989 Sb., v platném znění a čl. 27 Rozhodnutí OBÚ v Ostravě, spis. zn.: S 0300/2008–6-68/Ing. Kp/Pe ze dne 25. 11. 2008. Na Důlním závodě 3 byla doposud určena náchylnost u porubů vždy pod hranicí příslušné směrnice. Nebylo tedy realizováno žádné opatření, [4]. Obecně lze tedy říci, že sloje ostravského souvrství jsou na rozdíl od slojí v karvinském souvrství bez rizika vzniku samovznícení.
- Průtrže hornin a plynů: V současné době je problematika PUP řešena dle Rozhodnutí OBÚ č. j. 2610/70/423 a rozhodnutím OBÚ č. j. 3895/2002.
- Důlní otřesy: Charakteristika horninového masívu neumožňuje kumulaci energie vedoucí při provozování hornické činnosti ke vzniku důlních otřesů. Dobývací prostor Závodu 3 je zařazen podle vyhlášky 659/2004 Sb., tj.: „Bez nebezpečí důlních otřesů“.

## 2 Báňsko-technická charakteristika uzavíraných děl

### 2.1 Vymezení oblasti

Severovýchodní část důlního pole, která je větrána větrným okruhem dolu Sviadnov. Cílem projektu Continuous Improvement (pod číslem P-2014-17-BN-3) s názvem: „Odstavení hlavního ventilátoru na lokalitě Sviadnov“, bylo uvedení hlavního ventilátoru do režimu konzervace. Obě jámy č. I/1 a č. I/2 zůstanou vtažné, vzájemně propojené 2. patrem. S důlním polem lokality Staříč výbuchuvzdorně spojené překopy č. 2033 a č. 2031 v úrovni třetího patra. Bylo nutné převést větrní proudy z oblasti 059 (065.) a 041. sloje na větrní oblast lokality Chlebovice. Pro odstavení hlavního ventilátoru bylo vybudováno 8 izolačních hrází, hráz s PIO, dvojice hrázových dveří a čtyři hráže uvnitř uzavřené oblasti. Celkově je tak uzavřeno 12 290 m důlních děl, kde nadále není nutné provádět pravidelné kontroly a odběry vzorků před a za uzavíracími hrázemi (v uzavřených důlních dílech) snížením počtu o 82 uzavíracích hrází. Hlavní úspora

v milionech korun je u odstaveného HV. Při ceně 2.30 Kč za kilowat a roční spotřebě 4 818 000 kW bude ušetřena částka **11 081 400** Kč/rok. Provoz na Sviadnově je nyní omezen, hlavní ventilátor byl zakonzervován a v budoucnu jej bude možné opět zprovoznit pro těžbu toho nejvyššího organolitu v revíru, [3]. Předmětná větrná mapa je v příloze č. 1 a 2 BP.

## **2.2 Místa zřizování uzavíracích hrází**

Podle vyhlášky č. 22/1989 Sb., § 142, opuštěné důlní dílo musí být co nejdříve těsně uzavřeno, [6]. Místa zřizování hrází musí být pro základní typy havárií, které souhrnně uvádí platný bezpečnostní předpis jako požár, předpokládána již v operační části havarijního plánu dolu, [7]. Dále musí být podle vyhlášky 4/1994 Sb., § 15 odstavce 2) dodrženy tyto podmínky, [8]:

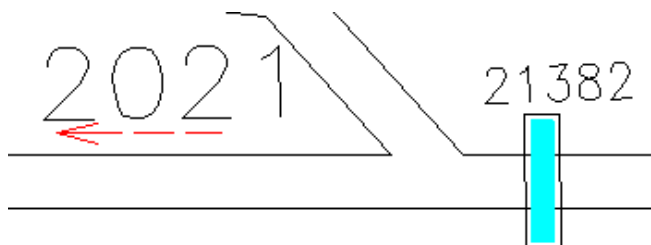
- Bezpečnost: Důlní dílo v místě stavby větrné uzavěry musí být zajištěné proti pádu horniny na vzdálenost a to nejméně 5 m na obě strany uzavěry.
- Odolnost: V podmínkách, kde se projevují horninové tlaky nebo lze jejich projev očekávat, musí být větrná uzavěra zhotovena tak, aby horninovému tlaku odolala bez podstatného porušení její těsnosti,
- Připravenost: V místě stavby hráze je nutno před zahájením stavby odstranit veškerá nepotřebná potrubí, dopravní zařízení, kabely a uvolněnou horninu nebo uhlí,
- Prevence: Vzdálenost hráze od kříže, vidlice, nebo odbočky důlního díla musí být taková, aby umožňovala z přístupné strany postavit další uzavírací hráz pro případ narušení původní hráze,
- Přístup: Prostory před hrází musí být udržovány tak, aby byl k hrázi bezpečný přístup pro účely kontroly.

## 2.3 Izolační hráz č. 21 382

Pro výpočet průměrů hrází v profilu OO-O-12 je vybraná hráz č. 21 382. Izolační hráz výbuchuvzdorně rozděluje na úrovni druhého patra překop č. 2021. Překop je v místě vybudování hráze ražený v pevné hornině. K zabudování byla použita oblouková výztuž profilu OO-O-12. Okolní hornina je písčitý prachovec mírně narušený tektonikou. V knize hrází je uvedeno, že hráz byla dokončena 30. 4. 2014.

### 2.3.1 Situování, typ a rozměry hráze

Z knihy hrází dále uvádím, že hráz uzavírající dotčenou oblast je situována na překopu 2021 (✱145-148). Výztuž zde není deformovaná. Dostupnost je přímo z ústí ochozu druhého patra St I/1. Hráz je opatřena průlezy o  $\varnothing$  600mm a  $\varnothing$  800mm. Dále je hráz vybavena technickým potrubím, které je před hrází přerušené a za hrází nepokračuje. Šířka důlního díla je zde 4,8 m a výška 3,1 m. Tloušťka hráze je stanovena na 3 m. Hmota použita pro vyplnění izolační hráze s průlezy je sádra. Zásek je proveden do hloubky 0,4 m. Hráze jsou odvětrávané čerstvými průchodními větry. Vzdálenost hráze je do pěti metrů od průchodního větrního proudu – obr. č. 2.



**Obr. č. 2.** Zakreslení polohy v izometrické mapě - výřez z izometrické mapy (příloha č. 2)

Vybavení hráze:

- |   |   |
|---|---|
| - 2 x kovové potrubí $\varnothing$ 100, | - 2 x kovové potrubí $\varnothing$ 250, |
| - kovové potrubí $\varnothing$ 150,     | - kovové potrubí $\varnothing$ 300,     |
| - kovový průlez $\varnothing$ 600,      | - kovový průlez $\varnothing$ 800.      |

### 2.3.2 Výpočet hráze

Souhrn hodnot pro výpočet jednotlivých parametrů, tab. 1 :

- Výpočet  $L_{opt}$  (optimální délka hráze): U směsi ADIBED-W30ES je ve vzorci /4/ a /5/ použit rozměr  $b_{max}$ . Směs Tekblend H má ve vzorci /6/ zadán rozměr profilu (např. profil OO-O-14 odpovídá hodnotě 14) a pevnost v ohybu (MPa).

Sádra ve vzorci /3/ zastupuje rozměr  $b_{max}$  a pevnost v tlaku (MPa).

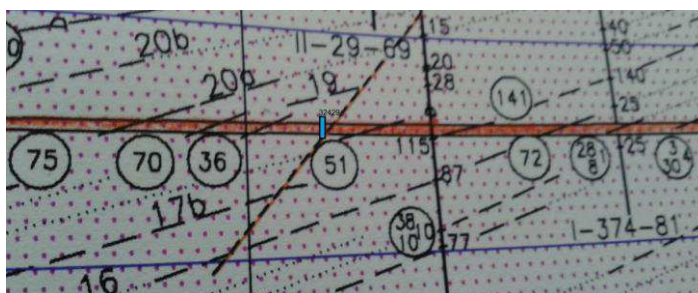
- Výpočet objemu: Pro výpočet objemu byl použit tvar válce.
- Výpočet ceny: Cena výplně byla vypočtena z poměru množství suché směsi.

*Tab. č. 1. Délka, objem a cena použité směsi hráze č 21 382*

Hráz č. 21 382	Tekblend H	ADIBED-W30ES	Sádra
$L_{opt}$	0,83 m	1,33 m	3,26 m
Objem suché směsi	9,08 m <sup>3</sup>	30,5 m <sup>3</sup>	58,9 m <sup>3</sup>
Cena bez záseku		178 425 Kč	
Cena se zásekem	119 609 Kč	223 663 Kč	164.920 Kč

### 2.4 Izolační hráz č. 32 429

Pro výpočet průměrů hrází v profilu OO-O-14 je vybraná hráz č. 32 429. Hráz výbuchuvzdorně odděluje na úrovni třetího patra překopy č. 2031 a č. 2033. Překop je v místě vybudování hráze ražený v pevné hornině. K zabudování byla použita oblouková výztuž profilu OO-O-14. Okolní hornina je písčítý prachovec narušený těsně procházející tektonikou obr. č. 3, příloha č. 3. Hráz byla postavena mimo tektoniku.



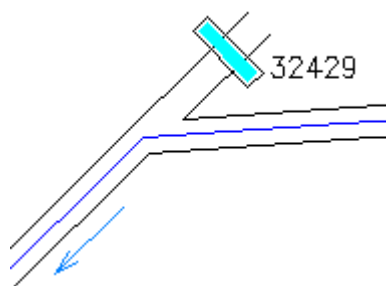
*Obr. č. 3. Zakreslená tektonika procházející chodbou - výřez z geologického řezu (příloha č. 3)*



V knize hrází je uvedeno, že hráz byla dokončena 15. 7. 2014.

#### 2.4.1 Situování, typ a rozměry hráze

Hráz č. 32 429 izolující dotčenou oblast je situována na překopu č. 2031 (✱1158-1161). Dříve zmáhaná chodba, výztuž není deformovaná a nyní se zde výrazně neprojevují důlní tlaky. Dostupnost od jámy je asi 2,3 km. Přístup k hrázi je možný uskutečnit pěšky nebo kolejovou dopravou. Hráz je opatřena průlezem o Ø 600mm a technickým potrubím, které je před hrází přerušené a za hrází pokračuje. V místě hráze jsem naměřil šířku důlního díla 5,0 m a výšku 4,0 m – in- situ. Kniha hrází uvádí tloušťku hráze 3 m, hmota použita pro vyplnění hráze s průlezem je sádra. Zásek je proveden do hloubky 0,4 m. Hráze jsou odvětrávané čerstvými průchodními větry. Vzdálenost hráze je do pěti metrů od průchodního větrního proudu – obr. č. 4



**Obr. č. 4.** Zakreslení polohy v izometrické mapě - výřez z izometrické mapy (příloha č. 2)

Vybavení hráze:

- kovové potrubí Ø 100,
- kovové potrubí Ø 150,
- kovové potrubí Ø 200 vzduch
- kovové potrubí Ø 150 voda,
- kovové potrubí Ø 150 odpad,
- kovové potrubí Ø 250 degazace,
- kovový průlez Ø 630,

Degazační potrubí je propojené a v provozu.

#### 2.4.2 Výpočty hráze

Přehled sledovaných parametrů s výsledky uvádí tab. č. 2. Dále je uveden souhrn hodnot pro výpočet jednotlivých parametrů.

- Výpočet  $L_{opt}$  (optimální délka hráze): U směsi ADIBED-W30ES byl ve vzorci /4/ a /5/ použit rozměr  $b_{max}$ . Směs Tekblend H má ve vzorci /6/ rozměr profilu (např. OO-O-14 = 14) a pevnost v ohybu (MPa).

U sádry byl ve vzorci /3/ dosazen rozměr  $b_{max}$  a pevnost v tlaku (MPa).

- Výpočet objemu: Pro výpočet objemu byl použit tvar válce.
- Výpočet ceny: Cena směsi byla vypočtena z poměru množství suché směsi.

*Tab. č. 2. Délka, objem a cena použité směsi hráze č 32 429*

č. 32 429	Tekblend H	ADIBED-W30ES	Sádra
Délka	0,86 m	1,38 m	3,51 m
Objem	12,0 m <sup>3</sup>	34,39 m <sup>3</sup>	73,63 m <sup>3</sup>
Cena bez záseku		201.209 Kč	
Cena se zásekem	98.203 Kč	275 114 Kč	252.496 Kč

## 2.5 Doplnující opatření

Z vyhodnocení průběhu prací souvisejících s odstavením HV na lokalitě Sviadnov vyplývá, že při následných kontrolách uzavíracích hrází byly zjištěny nežádoucí průtahy větrů u třech hrází na překopu 2031 – u dvou hrází byly řešeny náběhy, třetí hráz byla dotěsněna.

## 3 Typy a stavba důlních hrází

Tato kapitola obsahuje poznatky z historie výbuchuvzdorných hrází, rozdělení podle druhu využití a souhrn dnes užívaných typů hrází se základním popisem stavby v hlubinných dolech. Vybrány jsou hrázové objekty splňující podmínku vyhlášky č. 4/1994 Sb. §2 písmeno h) hrázový objekt je výbuchuvzdorný důlní stavební objekt určený k usměrnění větrního proudu v dole. Hráz, která při dodržení správného

technologického postupu a čekací doby zajistí plnou ochranu proti vzdušné rázové vlně, nazýváme výbuchuvzdorná hráz.

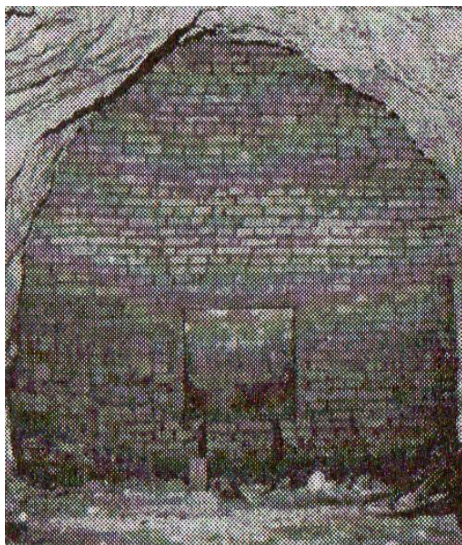
### 3.1 Historie a vývoj hrází

Vývoj hrází byl vždy spojován se snahou uhasit důlní požár a podléhal potřebě rychlé výstavby těsné a výbuchu odolné hráze. Jako uzavírací hráze byly používány špalíkové hráze nebo hráze zděné. Špalíkové byly o délce 70 cm až jeden metr v závislosti na velikosti profilu. Nejčastěji byly špalíky spojovány jílem, který dobře odolává bočním tlakům a ideálně vyplnil mezery. Špalíková hráz byla používána při uzavírání požárů bez nebezpečí exploze, obr. č. 5.



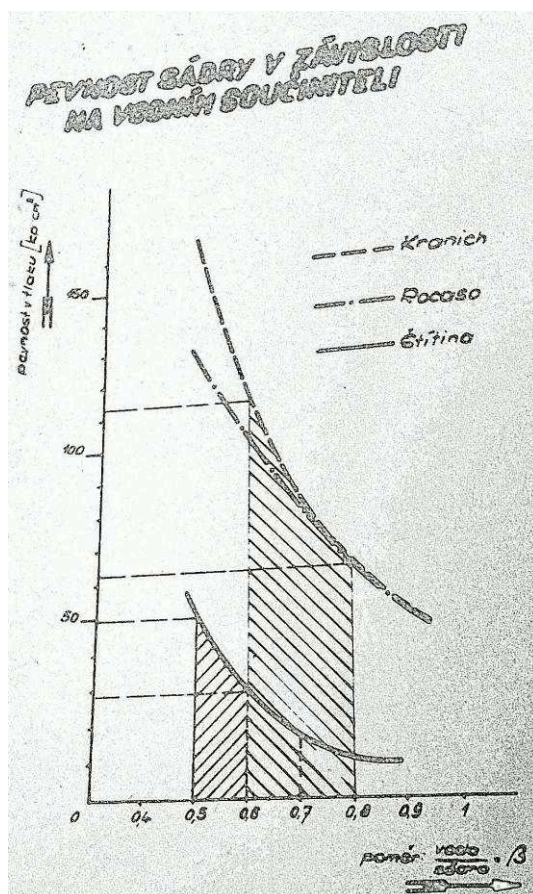
*Obr. č. 5. Špalíková hráz na dole Lupeni, Rumunsko 2010, [9]*

Zděná hráz z cihel se stavěla při uzavírání požárů s nebezpečím exploze, obr. 6. Do kvalitní cementové malty se v některých případech přidával urychlovač tuhnutí k urychlení vytuhnutí hráze.



**Obr. č. 6.** Zděná hráz, [10]

Posun nastal na základě požadavků HBZS Ostrava (ing. Hájek) v letech 1963/64, kdy začala série pokusů nejprve s německou a později s českou sádro, jak uvádí graf na obr. č. 7.



**Obr. č. 7.** Výsledný rozdíl kvality sádry [11]

Ani nejlepším vodním součinitelem nebylo docíleno u používané české sádry německých výsledků. Zásadní změny nastaly až s novou generací vyráběných hmot, které umožnily připravit vyhovující směs, [9].

### **3.2 Rozdělení hrázových objektů**

Provedení objektů pro rozvádění a regulaci důlních větrů, včetně klasifikace a terminologického označení uzavíracích objektů používaných v důlních dílech upřesňuje vyhláška ČBÚ č. 4/1994 Sb. kterou se stanoví požadavky na provedení a stavbu objektů a zařízení pro rozvod a izolaci větrů a uzavírání důlních děl, [8].

#### **3.2.1 Rozdělení podle druhu využití**


- Hrázové dveře (regulace větrných proudů s pravidelnou chůzí nebo dopravou. Staví se v počtu jedné, dvou i tří hrázových dveří za sebou)
- Uzavírací hráze (trvalé znepřístupnění chodby)
- Izolační hráze (izolace uzavřených prostor s možností kontrolních vstupů).

#### **3.2.2 Uzavírací hráze podle konstrukce a druhu použitého materiálu**

- Zděné z cihel nebo tvárnic a betonové (používané),
- Plavené popílkové nebo jiných speciálních hmot (používané),
- Z rychle tuhnoucích nebo jiných speciálních hmot (používané),
- Pytlové kombinované (nepoužívané).

### **3.3 Používané typy a stavba hrází**

#### **3.3.1 Zděná hráz**

V mapě užívaná značka 




Do roku 1965 používaná jako definitivní hráz při uzavírání požáru s nebezpečím exploze. Dnes je tento typ hráze vybírán jen nehavarijně do míst, kde nejsou předpokládány větší důlní tlaky.

Stavebním materiálem jsou zpravidla plné cihly běžných rozměrů stavěné šachovnicí přes sebe. Cihly se kladou na pevnou horninu nebo základový beton, který je zřízen v záseku. Hloubka záseku závisí na okolní hornině, zpravidla 0,5m v kameni a 1m v uhlí. Nebo 0,75m hluboko vsazen svorník délky 1m  $\varnothing 22\text{mm}$  na každý  $\text{m}^2$  plochy hráze. Jako materiál pro stavbu ale mohou být použity i jiné materiály, pokud splňují dle vyhlášky tyto parametry:

- cihly pálené o minimální pevnosti v tlaku 20 MPa,
- tvárnice betonové nebo škvárobetonové o minimální pevnosti v tlaku 20 MPa,
- cihly nebo tvárnice z jiných materiálů, pokud byly odzkoušeny na odolnost hráze proti výbuchu v dole,
- malta cementová nebo vápenocementová o minimální pevnosti v tlaku 10 MPa.

Zděné hráze mají nízkou odolnost v prostředí se zvýšenými horskými tlaky. Tlakové účinky se projeví nejprve v drcení malty a následně i cihel. Vznikají značné pukliny a hráz se tak stává netěsnou. Je nutné zvlášť pečlivě dozdíť horní část hráze, dokonale zalívat všechny spáry a stěny opatřit omítkou aby byla zachována těsnost hráze, [8], [10], [12], [13], [14].

### 3.3.2 Plavená popílková hráz

V mapě užívaná značka 

Od roku 2001 do roku 2005 bylo na dole Staříč postaveno průměrně 16,4 hrází každý rok, [9]. Jde o směs popílku, vody a cementu. Hmotnostní poměr popílku a cementu je 4:1 až 1:1. Používá se elektrárenský popílek nebo flotační výpěrky, které lze hydraulickou dopravou vést na velké vzdálenosti v dole nebo ze splavovacích jímek z povrchu mezi dvojicí filtračních peření. Jemná popílková směs vniká i do okolní horniny a hráz tak získává těsnící vlastnost. Hráz se plní přerušovaně v intervalech vzhledem k tlaku na peření a vyvazování vody. Za výbuchuvzdornou můžeme plavenou hráz považovat

do dvou měsíců od dokončení, [10]. Po odfiltrování vody dojde k dobrému zhutnění popílkového rmutu, hráz je po vytuhnutí výbuchuvzdorná, ale k uzavírání požářiště je nepoužitelná.

Vzdálenost dvojice peření je stanovena světlym průřezem v  $m^2$ , [10]:

- méně než $4m^2$	4 m,
- $4 - 6 m^2$	5 m,
- $6 - 10 m^2$	6 m,
- $10 - 12 m^2$	7 m,
- $12 - 14 m^2$	8 m,
- více než $14 m^2$	10 m.

### 3.3.3 Hráz pytlová

Podrobnosti k předmětné hrázi upravuje vyhláška ČBÚ č. 4/1994 Sb., kterou se stanoví požadavky na provedení a stavbu objektů a zařízení pro rozvod a izolaci větrů a zavírání důlních děl, ve znění vyhlášky ČBÚ č. 90/2003 Sb. [15], [16].

Používala se jako prozatímní uzávěra, před stavbou definitivní hráze při uzavírání požárů s nebezpečím exploze. Základním stavebním materiálem jsou do dvou třetin pískem plněné pytle o rozměrech asi 40 x 60 cm. Hmotnost jednoho plného pytle nesmí přesáhnout 22kg. Pytle se do hráze ukládají do tvaru šachovnice podobně jako cihly ve zdivu. Stavba musí postupovat vždy stupňovitě a musí se věnovat zvýšená pozornost řádnému dotěsnění hráze pod stropem. Proti posunutí tlakem výbuchu musí být hráz vzepřena vzpěrnou konstrukcí nebo opřena čelem o bok křížujícího důlního díla do tvaru T. Vzpěrná konstrukce se buduje vždy jedině z dřevěných důlních stojek někdy doplněné fošnami nebo půlkulatinou přitlačenou na plochu čela hráze. Vzpěrné konstrukce jsou podle velikosti důlního díla v různých provedeních, [7]. Délky hrází jsou uvedeny v tab. č. 3.


Tab. č. 3. Minimální tloušťky pytlových hrází:

Světlý průřez díla $m^2$	Minimální tloušťka hráze z pytlů	
	písek	popílek
méně než 6	5	8
6 až 10	6	10
10 až 12	7	12
12 až 14	8	14

Nutnou podmínkou u pytlové hráze je její následné dotěsnění popílkovou směsí nebo sádrrou. Dotěšňovací vložka se zřizuje ve dvou třetinách délky hráze tak, že se ponechá zalícovaná spára alespoň 20 cm široká a po dokončení se vyplní připraveným rmutem, [7].

### 3.3.4 Z rychle tuhnoucích hmot

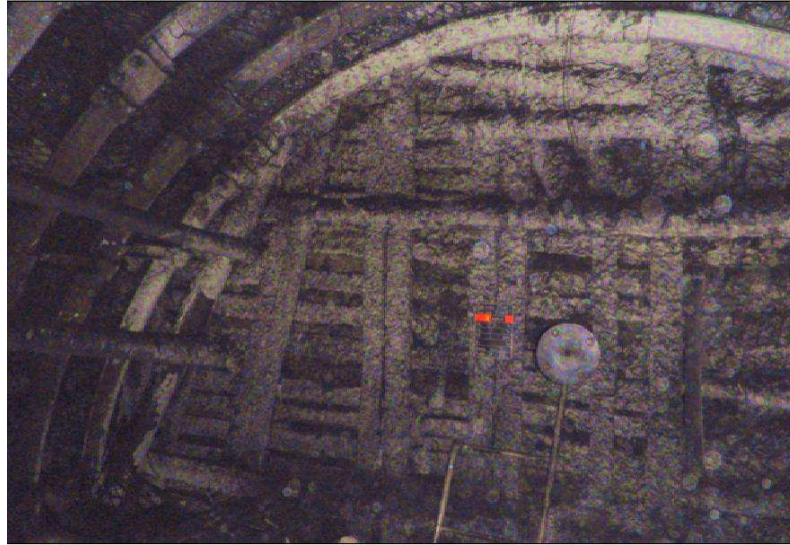
Sádrová.

V mapě užívaná značka 

První zkušenosti se sádrovou výplní pocházejí z německých dolů. Malé hodnoty pevnosti v tlaku se řešily prodloužením délky hráze, aby se zajistila bezpečnost. Hráz sice zůstává vůbuchuodolná ale netěsná. Těsnost se řeší výběrem z kompilace materiálů vhodných pro dotěsnění hráze. Od roku 2001 do roku 2005 bylo na dole Staříč postaveno průměrně 24,6 hrází každý rok, [9]. Příklad sádrové hráze obr. č. 8.

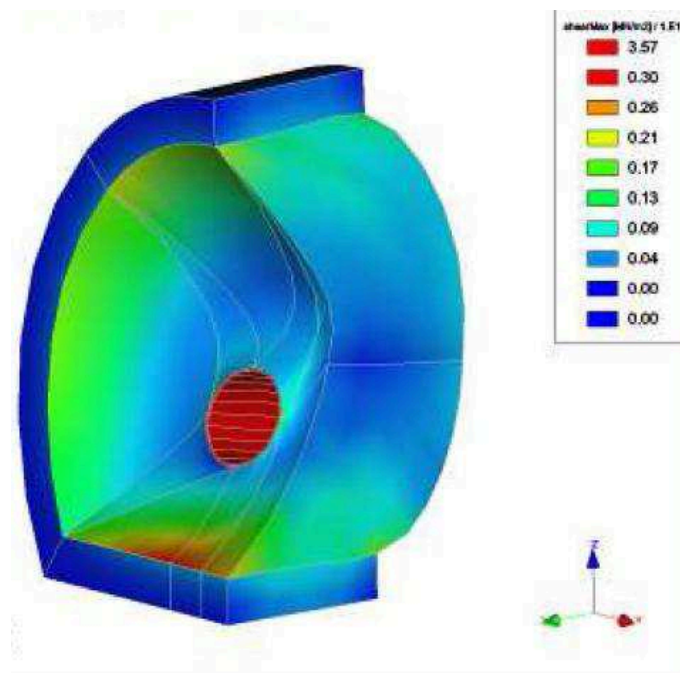
Výplň hráze tvoří hydraulicky dopravený sádrový rmut nebo v minulosti také pneumaticky jako suchá sádra. Hráz je odolná proti výbuchu už po dvou hodinách tuhnutí. Spotřeba jedné tuny sádry odpovídá vyplnění  $1m^3$ . K vytvoření sádrového rmutu pro zaplnění  $1 m^3$  hráze je zapotřebí asi 600 – 800 l vody. Peření se buduje do záseku ve svislé rovině kolmé na rovinu souměrnosti důlního díla. Zásek musí být zhotoven po celém obvodu důlního díla až na pevnou horninu nebo uhlí. V praxi je snaha záseky





*Obr. č. 8. Sádrová hráz*

posílit v horní třetině obvodu. Z barevného grafu na obrázku č. 9 vyplívá, že největší namáhání na hráz při výbuchu působí dole uprostřed.



*Obr. č. 9. Rozložení sil maximálního zatížení smykem, [9]*

Prostor mezi zadním a předním peřením musí být vyčištěn od volně napadané hlušiny a uhlí. V horní třetině předního peření musí být ponechán otvor 600 x 600 mm pro kontrolu plnění hráže, které se po dosažení hladiny sádrového rmutu k jeho okraji uzavře poklopem. Zaústění plnicí a kontrolní trubky musí být do nejvyššího místa hráže, [7], [10].

Pro nejpoužívanější sádrové pojivo G-2 B II z Koběřic s jakostními parametry podle ČSN 72 2301 s pevností v tlaku po 2 hod tuhnutí vyšší než 2 MPa lze celý výpočet délky tělesa hráze  $L_{opt}$  zjednodušit podle vztahu /1/:

$$L_{opt} = 0,5 \times b_{max} \text{ (m)} \quad /1/$$

Je možno využít také nomogramu z Instrukce HBZS č.1/2003 nebo se délka hráze stanoví početně dle vztahu /2/:

$$L_{opt} = 0,9 \times b_{max} \times \sigma_{tl}^{-0,5} \text{ (m)} \quad /2/$$

kde  $\sigma_{tl}$  je pevnost v tlaku použité sádry po 2 hodinách tuhnutí v MPa.

Vzorec předpokládá válec jako výsledné těleso hráze pro nízké profily. Výpočet pro větší profily důlního díla nezohledňuje situaci, že těleso hráze již tvoří disk zatížený v okamžiku výbuchu ohybem.

Materiál pro peření a kotvení:

- dřevěné stojky o průměru 10 – 16 cm při vzdálenosti 1m od sebe,
- odkory (krajiny) zhruba 0,004m<sup>3</sup> na 1m<sup>2</sup> peření,
- nepískovaná dehtová lepenka, případně jutovina zhruba 1,2 m<sup>2</sup> na 1 m<sup>2</sup> peření,
- hřebíky 80 mm zhruba 0,25 kg na 1 m<sup>2</sup> peření,
- vázací drát 2 mm,
- řetězy d 16 pro případ přerušení plnění hráze asi 1m na 1m<sup>2</sup> plochy hráze nebo armovací ocel ( Roxory ) č. 10 délky 1m na 1m<sup>2</sup> plochy hráze.

Technologie plnění:

K plnění se používá vřetenové čerpadlo, které musí být vybaveno vodoměrem. K dopravě sádrového rmutu od čerpadla do hráze se používají požární hadice C52. Pro případ ucpání nebo jiné poruchy dopravních hadic, musí být před zahájením plnění vedle položené rovnocenné náhradní vedení. Délka dopravního vedení nesmí překročit na rovině a dovrchním plnění délku 80 m.

Nejprve je třeba tlakovou vodou opláchnout všechny vnitřní plochy hráze tlakovou vodou. Následně se tyto plochy omítnou sádrovou suspenzí a bez přerušení naplní

sádrovým rmutem. V průběhu plnění je nutné stále kontrolovat průchodnost rmutu dopravními hadicemi. Při přerušení plnění na dobu delší než 10 min se musí do každého čtverečního metru hráze umístit ocelová armatura o délce 60 cm až 1 m tak aby byl jeden konec ponořen do hloubky nejméně 30cm nebo jsou k tomuto účelu ještě před plněním v konstrukci hráze od stropu spuštěny řetězy d 16, [7], [10]. Pohled na hráz obr. č. 9.

Na základě vyjádření velitelů ZBZS OKD, a. s. bylo zpracované systémové, strojní a taktické hodnocení staveb uzavíracích hrází, [9]:

Přednosti staveb sádrových hrází:

- hráz lze realizovat v relativně velice krátkém čase na kterémkoli místě v podzemí s omezením jen na zajištěnou dopravitelnost,
- doba tuhnutí sádrového rmutu a dosažení výbuchuvzdornosti je poměrně rychlá,
- po vyztužení hmoty je rozebratelnost poměrně snadná a rychlá,
- vybavenost agregáty,
- nenáročná strojní technologie z hlediska dopravitelnosti (hmotnost a rozměry),
- rychlost plnění tělesa hráze je lehce regulovatelná dle potřeby.

Nedostatky staveb sádrových hrází:

- nutnost udržovat potřebné světlé profily důlních chodeb pro dopravu na závěsné drážce v rozsahu dobývacího prostoru,
- požadavek na velké objemy dopravy materiálu a hmot pro stavbu hrází blokuje ostatní provoz dolu (tratič závěsné dráhy, počet lokomotiv, nákladky),
- místa pro skladování sádrového pojiva v podzemí nejsou svou vysokou vlhkostí vhodná, výrobce garantuje 2 měsíce při skladování v suchém prostředí,
- s postupem těžby do větší hloubky a snižováním doby exploatace mezi sousedními bloky, zvyšováním profilů při zachování ochranného celíku jsou hráze vystavené zvýšenému tlakovému namáhání a jsou tak sekundárně netěsné,
- zastaralý způsob polygonového systému stavby opěrných peření z resp ve velkých profilech fyzicky náročný a často se stojky musí podvazovat pro svou délku 4m,
- nízká spolehlivost čerpacích agregátů, vždy dopravovány 2 na místo stavby,

- vysoké nároky na údržbu strojního zařízení a časté preventivní výměny základních uzlů čerpacích agregátů, vysoká cena a nízká dostupnost náhradních dílů,
- agregáty nemají kontrolu otáček ani průtoku vody. Nelze prokazatelně dodržovat požadovaný vodní součinitel k dodržení min. pevnosti 2 MPa v tlaku po vyzrání,
- vzduchové turbíny jsou citlivé na rez ve vzduchových rozvodech,
- nevhodný systém rozvodu vody na agregát (malý průtok),
- vysoká četnost likvidace dopravních hadic C-52 (vytuhnutí materiálu),
- nutnost dopravovat agregát až do blízkosti hráze, včetně sádrového pojiva,
- vlastní fyzická práce je velmi intenzivní,
- nutno předem plánovat následné dotěsnění, hráz je výbuchuvzdorná a nikoliv těsná, hrozí nutnost zavést separátní systém větrání hráze,
- nelze odtěžovat společně s uhlím do úpravny. Nutné selektivní odtěžení sádry,
- i při množství nevýhod dochází k úmyslnému zkracování délek hrází (výbuchuvzdorná atropa),
- vyhláška 22/1989 Sb., § 142 dodatečná těsnost je řešena těsnicí hmotou, chemickou injektáží.

### 3.4 Dimenzování hrázových objektů

Z vyhlášky Českého báňského úřadu č.4/1994 Sb., [8]:

Výbuchuvzdorný objekt se dimenzuje na výbuchový tlak  $P_v=0,5$  MPa a součinitel bezpečnosti **k**:

- a)  $k = 1$  pro objekt hrázových dveří k izolování větrných proudů uvnitř větrné oblasti a pro uzavírací hráz určenou k uzavírání důlních děl a stařin bez nebezpečí samovznícení uhlí,
- b)  $k = 2$  pro objekt hrázových dveří určených k izolaci jednotlivých větrných oblastí, pro uzavírací hráz určenou k uzavírání důlních děl a stařin s nebezpečím

samovznícení uhlí a pro hrázový objekt, který při povolování hornické činnosti určí obvodní báňský úřad.

Nejmenší tloušťka hráze L v metrech se určuje podle vztahu /3/

$$L = 0,9 \cdot b_{\max} \cdot \sqrt{\frac{P_v \cdot k}{\sigma_{tl}}} \quad (\text{m}) \quad /3/$$

Kde:

- L - délka (tloušťka) hráze, (m),
- 0,9 - konstanta pro všechny typy, (-),
- k - koeficient bezpečnosti, (-),
- $\sigma_{tl}$  - nejmenší pevnost v tlaku použitého stavebního materiálu, (MPa),
- $b_{\max}$  - největší z rozměrů hrubého průřezu důlního díla (výška nebo šířka), (m),
- $P_v$  - výbuchový tlak pro dimenzování tloušťky hráze, (§ 14 odst. 1, vyhlášky 4/1994 Sb., (0,5 MPa),
- $L_{\text{opt}}$  - se stanovuje pro každou jednotlivou hráz zvlášť, (m).

Vzorec předpokládá válec jako výsledné těleso hráze pro nízké profily. Výpočet pro větší profily důlního díla nezohledňuje situaci, že těleso hráze tvoří disk zatížený v okamžiku výbuchu ohybem.

Vedení Hlavní báňské záchranné stanice v Ostravě doporučilo danou oblast vymezenou kapitolou 2.1 uzavřít výbuchuvzdorně.

### 3.5 Vystrojení hrází

Pro doplňující vystrojení hrází technologickými armaturami, potrubím, průlezy, poklopy a jiným zařízením, musí odpovídat vyhláškám ČBÚ č. 22/88 Sb. § 190 a č. 4/94 Sb., [6], [7].

### 3.5.1 Potrubí

Kovové potrubí je v hrázi zabudováno a pevně s hrází spojeno. Jedno potrubí slouží ke kontrolnímu měření plynů za hrází, další potrubí je buďto odpojené a připravené k použití nebo připojené a používané (např. degazace). Odvodňovací potrubí se sifonem pro odtok vody.

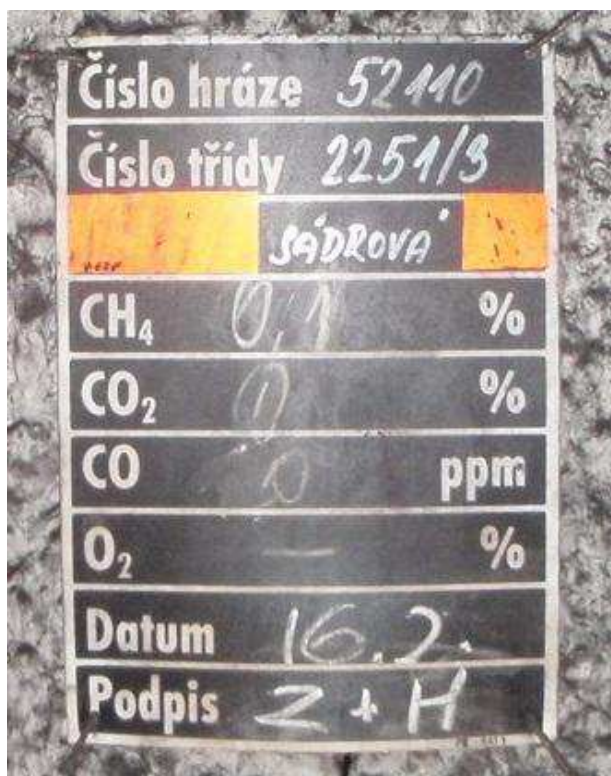
### 3.5.2 Průlezy pro izolační hráze

Slouží pro průlez lidí. Průlezy a poklopy se smí použít jen schválené Státní zkušebnou typu DN 630 nebo DN 800. Zabudovávají se 40 – 60 cm nad počvu a to se stejným úklonem jako důlní dílo. Průlezy nesmí za hrází přesahovat více jak 10 cm. Důležitou podmínkou je, aby lutna byla v hrázi ukotvena za madla k zabudovaným svorníkům nejméně dvěma řetězy d 16 nebo stávající ocelovou výztuží v hrázi, [8].

## 3.6 Kontroly

Pravidelné kontroly hrázových objektů včetně zabudovaných zařízení a výrobků, jako jsou dveře, průlez, účelové potrubí, se kontrolují nejméně jednou za 14 dní (§28a odst. 1, vyhl. 4/1994 Sb.). Hrázové objekty musí být označeny tabulkou, na které je trvale vyznačeno číslo hráze, číslo třídy a typ hráze (např. sádrová). Při kontrolách se pak křídou запиše stav ovzduší u hráze, datum poslední kontroly a podpis kontrolujícího (§28a odst. 2, vyhl. 4/1994 Sb.) obr. č. 10.

Hráze se kontrolují pravidelně každý týden na koncentraci metanu, kysličníku uhličitého, kysličníku uhelnatého a kyslíku před hrází. Dvakrát ročně se pak měření provádí za hrází a podle § 106, 22/1989 Sb.: „(3) Na plynujících dolech II. třídy nebezpečí se odebírají vzorky důlního ovzduší z prostoru za hrází, provádí jejich technické rozborů na kyslík, metan a kysličníky uhelnatý a uhličitý a měří tlak ovzduší za hrází nejméně jednou za 3 měsíce, za větrními uzávěrami nejméně jednou za měsíc. Na ostatních dolech určí četnost odběru vzorků ovzduší a měření tlaku ovzduší za hrázemi a větrními uzávěrami závodní dolu“.



Obr. č. 10. Ukázka kontrolní tabulky umístěné na hrázi

## 4 Použití nového typu hráze

Od zkoušek v pokusných štolách Štramberk, přes první postavenou sádrovou hráz v OKD na Dole Dukla, je snahou HBZS důlní výbuchuvzdorné hráze co nejvíce zeštíhlit a ušetřit tak na objemovém množství použitého materiálu, práce a zvláště pak při uzavírání požárů. Nové generace hmot dnes dokáží převýšit pevnost v tlaku okolních hornin, což minimalizuje poškození hráze bočním tlakem. Přidržnost hmoty k okolní hornině umožní hráz stavět bez záseku. To usnadní, urychlí a zlevní realizaci celé hráze. Snadnější a rychlejší je i stavba nových konstrukcí peření.

Na základě požadavku HBZS, a.s. byl v roce 2006 zahájen grant ČBÚ č. 48-06 s názvem: „Navržení nového typu uzavíracích hrází z hlediska konstrukce a použitých materiálů, bezpečnosti pracovníků v hlubinných dolech a v podmínkách podzemního stavitelství“. Jeho výstupem je Doplněk č. 1 Instrukce č. 1/2003 HBZS v Ostravě, která stanoví nové typy výbuchuvzdorných hrází. Tím byla změněna celá technologie

výstavby a došlo ke snížení objemu spotřeby suchých směsí na stavbu hráze ve stejných profilech o více než 50% a urychlí dopravu i stavby snížením objemu materiálu.

Pro cíl mé BP jsou do výpočtů vybrány pouze směsi nových schválených typů, splňující již citované vyhlášky:

- Tekblend H. Směs různých druhů cementů a minerální pojiva (12MPa),
- ADIBET-W30S. Na základě požadavků HBZS, a.s. v Ostravě, který stanovil nové požadavky na pevnost blízkou minimální pevnosti okolních hornin, tak aby nedocházelo k poškození tělesa hráze při působení důlních tlaků, a poskytlo možnost přerušení plnění i dlouhými technologickými přestávkami.

U obou materiálů byly provedeny velkorozměrové testy na odolnost proti výbuchu. Tekblend H je v OKD, a. s. již užíván od roku 2006. ADIBED-W30ES byl v roce 2013 úspěšně (i bez záseku) výbuchuvzdorně testován v Polsku Hlavním Institutem Hornickým [17] a v Ostravě v roce 2014 byl vydán znalecký posudek pod názvem: „Posouzení použití výrobku ADIBED-W30ES ke stavbě uzavíracích hrází v důlních dílech, včetně matematického modelu s výpočty limitních tloušťek hráze“, [18].

## **4.1 Vyplňovací hmota ADIBET-W30ES**

Jde o hydraulickou prefabrikovanou směs na bázi cementu s podpěrným a těsnícím účinkem, vhodnou pro použití v podzemních dílech s nebezpečím výbuchu metanu. S vodou snadno mísitelná minerální cementová směs se zrnitostí menší než 1mm, jak uvádí technická a mechanická data v tab. č. 4 a 5. Směs určená ke stavbě uzavíracích hrází, hrázových objektů a taky jako výplň sloupů, hrání a vaků pro stabilizaci důlních děl. Hmota je dopravována v pastovité konzistenci, která má dlouhodobě neměnné vlastnosti. Proces tuhnutí a zrání nevyžaduje žádnou dodatečnou péči. V závislosti na způsobu použití a technologii čerpání lze směs aplikovat v tekuté až hustě plastické konzistenci, [18]. [19].

### **4.1.1 Použití**

Příklady použití: ADIBET-W30ES:



- stavba hrázových objektů dle Vyhlášky ČBU č. 4/1994 Sb. v platném znění, na provedení a stavbu objektů a zařízení pro rozvod a izolaci větrů a uzavírání důlních děl,
- stavba výbuchuvzdorných uzavíracích hrází v hlubinném hornictví a podzemním stavitelství, včetně tunelů a kolektorů,
- stavba těsnících uzavíracích hrází plynových kolektorů,
- stavba podpěrných sloupů,
- výplň podpěrných hrání pro zvýšení jejich únosnosti a stability,
- vyplňování objemových vaků instalovaných za pažení výztuže důlních děl.

#### 4.1.2 Vlastnosti

Ideální konzistenci ke zpracování získá hmota ADIBET-W30ES při mísicím poměru 4/10 hmotnosti vody a suché cementové směsi. Významnou kladnou vlastností produktu je doba zpracovatelnosti čerstvé směsi. Umožňuje tak dopravu hmoty v pastové konzistenci dobře čerpatelné i na více než 100 m. Přídržná vlastnost dovoluje nahradit zásek. Během uzavírání lze provádět technologické přestávky bez nutnosti proplachovat dopravní systém, s garancí zachování celistvosti budovaného díla (materiál lze vrstvit), [19].

*Tab. č. 4. Základní technická data ADIBET-WT30ES:*

Mísicí poměr voda / prášek	v/p	0,4
Objemová hmotnost čerstvé směsi	t/m <sup>3</sup>	cca 1,27
Vydatnost ( z 1t prášku)	m <sup>3</sup> /t	cca 0,78
Velikost zrna	mm	< 1
Doba zpracovatelnosti	min	30

Tab. č. 5. Základní mechanická data ADIBET-WT30ES:

Parametr	MJ	Po 24 hod.	Po 28 dnech	Tech. předpis
Pevnost v tlaku	MPa	13,7	42,1	ČSN EN 12390-3
Pevnost v tahu za ohybu	MPa	2,0	2,6	ČSN EN 12390-5
Statický model pružnosti	GPa	5,4	14,2	ČSN ISO 6784
Dynamický model pružnosti	GPa	14,9	20,3	ČSN 73 1371

#### 4.1.3 Výpočet délky

Na základě analýzy numerických modelů byla stanovena regresní křivka (přímka) podle které byl stanoven následující tvar vzorce /4/ a /5/, [18]:

Minimální mocnost hráze (28 dnů)  $L = 0,2534 \times b_{\max} + 0,1171$  /4/

Minimální mocnost hráze (1 den)  $L = 0,2819 \times b_{\max} + 0,0691$  /5/

#### 4.1.4 Plnění

K směšování a čerpání suchých cementových, minerálně-cementových směsí a jiných minerálních směsí v podzemní se používají čerpadla typu např. MONO-TK, MONO-WT.820, WT.820S, WT.820/1, a WT.820/1S. Nově také čerpadla PUMA a MAI 400Ex. Zařízení slouží k vytváření směsí uvedených materiálů s vodou, ve stanovených poměrech voda/směs. Čerpadlo musí být v místě provozu postaveno na stabilní a vodorovný podklad. Nesmí být provozováno bez vody ve spodní komoře směšovače, jinak hrozí trvale poškození statoru čerpadla. Doba podání jednoho pytle (25kg) je 30-70s. Ušetřit práškový materiál lze větším vodním součinitelem na začátku plnění a tento snižovat na projektovanou pevnost v tlaku v době ukončení plnění hráze.

Kladem vřetenového čerpadla MONO-WT.820 (obr. č. 9) je jeho možnost použít v teplém i vlhkém důlním prostředí. Rovnoměrný průtok dopravovaného materiálu. Vysoký stupeň účinnosti. Volba pomalého nebo rychlého chodu čerpadla. Pro bezpečnost jsou zde rotující části čerpadla zakryty a přínosem pracovní pohody je i nízká hlučnost čerpadla. Nevýhodou čerpadla může být jeho vyšší hmotnost a nevhodně řešen přívod

tlakové vody do čerpadla. Problematika směšovacích čerpadel určených pro důlní podmínky je rozsáhlá a zaslouží si samostatné posouzení, [20].

#### **4.1.5 Balení, transport, skladování**

Hmota je standardně balená v trojvrstvých papírových pytlích o hmotnosti 25 kg. Převaha musí být zajištěna tak, aby bylo zabráněno jejich promočení a znehodnocení. Stejně tak i skladování musí být v suchém, chladném a větratelném prostředí v originálních uzavřených obalech.

Sklad musí být vybaven [19]:

- přirozenou ventilaci,
- lékárničkou pro poskytnutí první pomoci při úrazech zasažení pokožky nebo očí,
- zdrojem s čistou vodou pro případné vypláchnutí očí nebo umytí pokožky,
- úklidovým náradím pro případ úniku z poškozených obalů,
- vhodný hasební prostředek.

### **4.2 Vyplňovací hmota Tekblend H**

Lehká betonová rychle tuhnoucí směs pod výrobní značkou Tb – P11 – 1 a později doplněna obchodním názvem Tekblend H je směs cementů na bázi hlinitanu, popílků, vápna, jemných zrn kameniva, minerálního pojiva a modifikující přísady. Technické a mechanické data tab. č. 6 a 7. Směs je určena k výbuchuvzdorné izolaci s podpěrným a těsnícím účinkem. Materiál je vhodný taky k vyplňování výlomů v podzemních stavbách, tunelech apod., [21].

#### **4.2.1 Vlastnosti**

Směs je jednoduše zpracovatelná v míchacím agregátu, který přesně dávkuje množství vody a prášku. V trase transportu ani místě vyplňování nedochází k sedimentaci a segregaci komponent hmoty. Začátek doby tuhnutí je už po deseti minutách. Převážná vzdálenost materiálu je až 300 m s převýšením 80 m. V procesu zrání hmoty ani po jeho ukončení nedochází ke tvorbě vnitřních trhlin. Díky speciální kompozici složek lze materiál rozpojovat řetězovou pilou určenou pro lehké betony, [21].

**Tab. č. 6.** Základní technická data Tekblend H:

Mísicí poměr voda / prášek	v/p	1,2 – 1,4
Objemová hmotnost zatvrdlého betonu	t/m <sup>3</sup>	cca 1,5
Vydatnost (objem směsi vyrobené z 1t prášku)	m <sup>3</sup> /t	1,5 – 1,7
Začátek tuhnutí	min	10

**Tab. č. 7.** Základní technická data Tekblend H:

Parametr	MJ	Po 8 hod	Po 28 dnech	Tech. předpis
Pevnost v tlaku	MPa	6,7	12	ČSN EN 12390-3
Pevnost v tahu za ohybu	MPa	3,0	3,4	ČSN EN 12390-5
Dynamický modul pružnosti	GPa		>3,2	ČSN 73 1371

#### 4.2.2 Použití

Jak ukázaly zkoušky na Štramberku, po třetím zatížení výbuchem o síle 1MPa (odpovídá výbuchu metanu s následným výbuchem uhelného prachu), byly při likvidaci hrázového objektu zaznamenány jen drobné trhlinky, které v hloubce cca 20 cm měly už jen poloviční původní šířku na povrchu materiálu a po cca 40 cm tyto trhliny pokračovaly pouze vlasečnicovým systémem, [9].

Příklady použití:

- stavba hrázových objektů dle Vyhlášky ČBU č. 4/1994 Sb. v platném znění, na provedení a stavbu objektů a zařízení pro rozvod a izolaci větrů a uzavírání důlních děl,

- stavba nebo dotěsnění výbuchuvzdorných uzavíracích hrází v hlubinném hornictví a podzemním stavitelství, včetně tunelů a kolektorů,
- stavba těsnících uzavíracích hrází plynových kolektorů,
- zajištění nadvýlomů při ražbách podzemních děl, stavebních sanací apod.
- stavba podpěrných a těsnících manžet, sanace závalů,
- stavba těsnících manžet s tlakovou odolností.

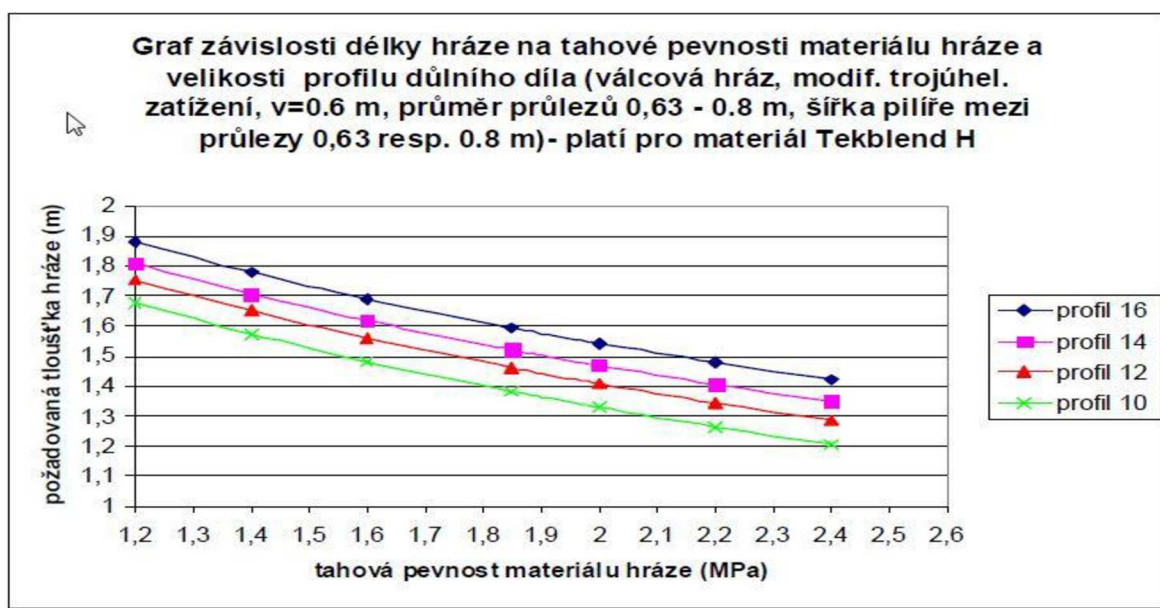
#### 4.2.3 Výpočet délky hráze

Na základě analýzy numerických modelů byl stanoven následující tvar vzorce /6/, [9]:

$$L = \frac{a - \ln R t a k}{b} \quad a = 0,8 \text{ in (Profil)} + 0,7947, b = 0,0973 \text{ in (Profil)} + 1,2408 \quad /6/$$

Pro lepší představivost závislosti tloušťky hráze na tahové pevnosti materiálu a velikosti profilu důlního díla byl vypracován následující graf č. 1. Změna vodního součinitele při aplikaci stavebního materiálu zásadně ovlivňuje projektovanou bezpečnou tloušťku výbuchovzdorné hráze.

**Graf č. 1.** Graf závislosti délky hráze na tahové pevnosti materiálu hráze a velikosti profilu důlního díla (válnová hráz, modif. trojúhel. zatížení,  $v=0.6$  m, průměr průřezů 0,63 - 0.8 m, šířka pilíře mezi průřezy 0,63 resp. 0.8 m)- platí pro materiál Tekblend H



#### 4.2.4 Zpracování

Pro zpracování je doporučen kontinuální čerpací agregát M 400 NT, UELMAT S 35 – Schaum nebo MONO WT 820, obr. č. 11.



*Obr: č. 11.* Čerpadlo typ MONO-WT.820, [9]

Poměr vody a směsi je v rozmezí 1,2 – 1,4. Teplota prostředí a podkladu, na který se nástřík provádí, nesmí být nižší než +10°C. Teplota záměsové vody nesmí být nižší než +5°C.

Při zahájení prací se na počátku vyplňování doporučuje použít hustší konzistenci za účelem zamezení případného vytékání přes netěsnosti nebo k provedení nástříku tkaniny v celé ploše k vytvoření izolačního povlaku. Následně se provede regulace záměsové vody na požadovaný poměr. Přitom je třeba brát v úvahu, že zvyšováním vodního součinitele dochází ke snižování výsledné pevnosti v tlaku, [9].

#### 4.2.5 Balení transport skladování

Lehká betonová směs je dodávána v trojvrstvých papírových pytlích o hmotnosti 25 kg, standardně dodávané na EUR paletách po 40 ks pytlů. Přepravu je nutné zajistit, aby pytle byly chráněny před mrazem, deštěm nebo sněhem a zabránit tak promočení a znehodnocení.

Sklad musí být vybaven, [21]:

- přirozenou ventilaci,

- lékárníčkou pro poskytnutí první pomoci při úrazech zasažení pokožky nebo očí,
- zdrojem s čistou vodou pro případné vypláchnutí očí nebo umytí pokožky,
- úklidovým náradím pro případ úniku z poškozených obalů,
- vhodný hasební prostředek.

## 5 Vyhodnocení nákladů na uzavírku, doporučení

V této kapitole vyhodnocuji výsledky množství objemu materiálu nutného k realizaci staveb vypočtené z délky (šířky) hrází. Uvádím požadavky spojené se skladovacím prostorem, dopravou, realizací i užíváním stavby a posuzuji jejich bezpečnost. K porovnání jsem vybral typizované profily používaných obloukových výztuží na Důlním závodě 3. Ceny směsí jsou závislé na kurzu za euro. Propočet kurzu pro OKD, a.s. byl aktualizován ke dni 27. 3. 2015 potvrzené společností ORICA v korunách za m<sup>3</sup>. Hodnoty pro výpočet optimální délky hráze  $L_{opt}$  v profilu OO-O-14 byly naměřeny u hráze č. 32 429 /kap. 2.4/ - in situ. Rozměry hráze v profil OO-O-12 jsem získal nahlédnutím do knihy hrází, hráz č. 21 382. /kap. 2.3/. Pro výpočty průměrů délek jsem použil základní rozměry pro výztuže a pro hodnocení směsí je vybraná směs používaná na Důlním závodě 3 a typy vhodné pro danou oblast:

- Sádrová, Koběrická sádra G2 BII s jakostními parametry ČSN 72 2301, 2 MPa.

Vhodné nové schválené materiály /kap. 4/:

- Tekblend H, směs různých druhů cementů a minerální pojiva, 12 MPa.
- ADIBET-W30S, minerální cementová směs, 42,1 MPa.

### 5.1 Výpočet nákladů a úspor

Objem a vlastnosti typů hrází jsou hlavní ukazatelé rozhodující pro řešení konečných nákladů. Menší objemy materiálu přinášejí menší nároky kladené na logistiku a velikosti skladů. Menší objemy dopravovaného materiálu znamenají pro realizaci:

- méně opakovaných cyklů dopravy (úspora směn, paliva, opotřebení lokomotiv),
- méně blokování přetížené důlní dopravy,



- méně pracovníků nutných pro překládání materiálu.

Přidržnost hmoty umožní vynechat realizaci záseků:

- úspora času, odpadá namáhavá práce se sbíjecími kladivy,
- objem materiálu se podstatně sníží o objem nutný pro vyplnění záseku.

Lehké hmoty přináší do úspor nové lehké typy konstrukcí peření obr. č. 12:

- snadná a rychlá montáž,
- opakovatelné používání.



*Obr. č. 12. Nový typ lehkého peření, [9]*

Trvalá těsnicí vlastnost:

- zvyšuje bezpečnost před únikem plynů a nehrozí nákladné větrání dufkou apod.,
- nehrozí pokles čerpaného  $\text{CH}_4$  únikem netěsnou hrází.

Zaručená výbuchuodolnost:

- ani opakované výbuchové zkoušky výrazně nepoškodily hráz z Tekblendu H.



## 5.2 Izolační hráze, kap. /2.3/ a /2.4/

Izolační hráz klade hlavní nároky na trvalou těsnost a trvalou odolnost před případnou rázovou vlnou. Materiál Tekblend H zajistí, že hráz bude těsná a snadno rozebíratelná. Délku, objem suché směsi a cenu jedné hráze z materiálu Tekblend H ukazuje tab. č. 8.

**Tab. č. 8.** Délka, objem a cena jedné hráze z mat. Tekblend H:

Tekblend H	L	Objem	Cena
OO-O-06	0,66 m	5,14 m <sup>3</sup>	53 500 Kč
OO-O-08	0,73 m	7,06 m <sup>3</sup>	73 439 Kč
OO-O-10	0,79 m	9,08 m <sup>3</sup>	94 468 Kč
OO-O-12	0,83 m	11,5 m <sup>3</sup>	119 609 Kč
OO-O-14	0,86 m	13,98 m <sup>3</sup>	145 409 Kč
OO-O-16	0,89 m	17,03 m <sup>3</sup>	177 087 Kč

## 5.3 Uzavírací hráze

Uzavírací hráz klade hlavní nároky na trvalou těsnost a odolnost při zvýšených tlakových projevech horninového masívu i před případnou rázovou vlnou. Směs ADIBED-W30ES odolná na vysoké boční tlaky, zaručí těsnost a výbuchuvzdornost. Moderní betonové hráze umožňují přerušované plnění bez nutnosti vkládání armovacích prvků. Délku, objem a cenu jedné hráze z materiálu ADIBED-W30ES ukazuje tab. č. 9.

**Tab. č. 9.** Délka, objem a cena jedné hráze z mat. ADIBED-W30ES:

ADIBED-W30ES	L	Objem	Cena
OO-O-06	1,15 m	17,02 m <sup>3</sup>	99 566 Kč
OO-O-08	1,25 m	23,02 m <sup>3</sup>	134 662 Kč
OO-O-10	1,36 m	29,91 m <sup>3</sup>	174 973 Kč
OO-O-12	1,43 m	37,93 m <sup>3</sup>	221 916 Kč

OO-O-14	1,53 m	47,03 m <sup>3</sup>	275 114 Kč
OO-O-16	1,65 m	59,63 m <sup>3</sup>	348 856 Kč

## 5.4 Vyhodnocení nákladů

Vyhodnocení nákladů na pořízení patnácti izolačních hrází vycházející z ročního předpokladu důlního provozu Závodu 3, OKD, a.s.:

- 1 1 x hráz v profilu OO-O-06,
- 2 2 x hráze v profilu OO-O-08,
- 4 4 x hráze v profilu OO-O-10,
- 5 5 x hrází v profilu OO-O-12,
- 3 3 x hráze v profilu OO-O-14.

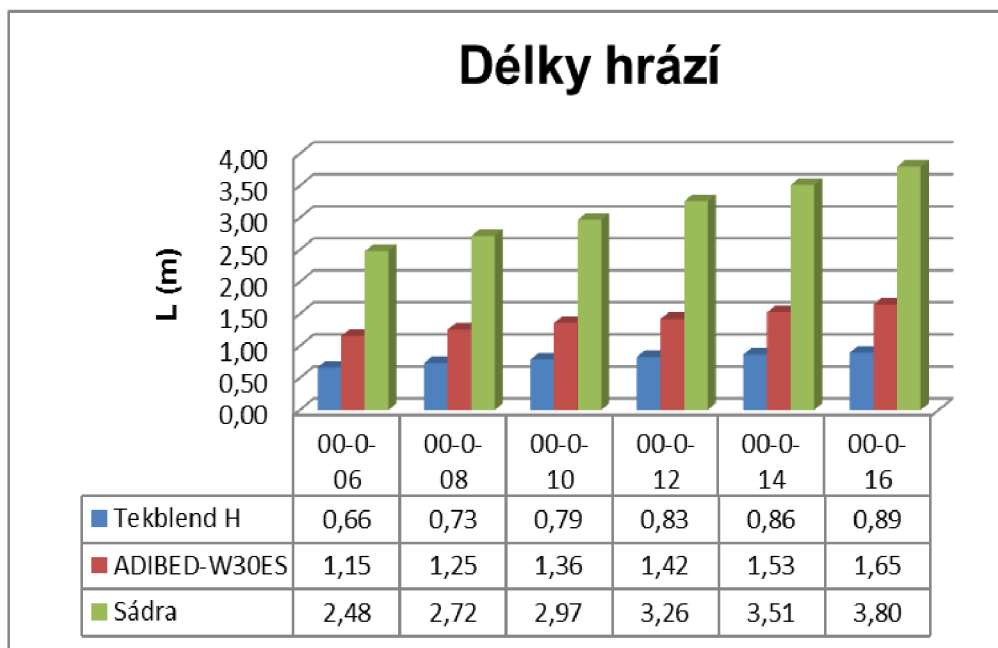
V tabulce č. 10 je uveden součet nákladů na materiál výše specifikovaných patnácti hrází (náklady na jednotlivé hráze jsou uvedeny v tab. 11 a grafu č. 3). Z tabulky č. 10 vyplývá, že sádra, s pořizovací cenou 2,5 mil. Kč, je dražší než materiál Tekblend H. Pro uzavření důlního díla s předpokladem opětného znovuootevření je levnější směs Tekblend H se snadnou rozebíratelností a celkovým pořizovacím nákladem 1,6 mil. Úspora pořizovacích nákladů stavebního materiálu bude 900 tis. Kč.

**Tab. č. 10.** Náklady na materiál Tekblend a Sádra pro pořízení patnácti hrází

Celkem Kč	Tekblend H	Sádra
Cena	1 612 523 Kč	2 542 843 Kč

Nárůst délek jednotlivých typů hrází je uveden na grafu č. 2.

Graf č. 2. Délky hrází

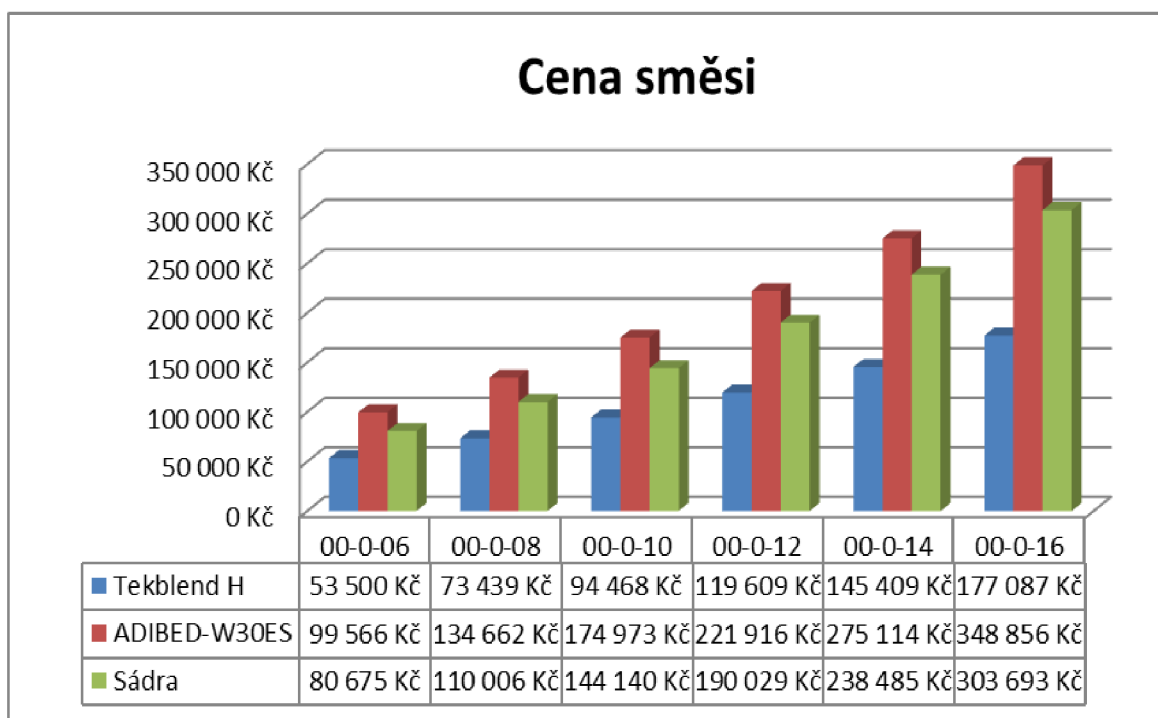


Dle perspektivy výstavby hrází na Závodě 3 je předpoklad výstavby nejméně patnáct až dvacet hrází ročně. Tabulka č. 11 a graf č. 3 uvádí ceny jednotlivých hrází:

Tab. č. 11. Výstup výsledků pořizovací ceny Tekblend, ADIBED-W30ES a Sádry

Cena	Tekblend H	ADIBED-W30ES	Sádra
00-0-06	53 000 Kč	99 566 Kč	80 675 Kč
00-0-08	73 439 Kč	134 662 Kč	110 006 Kč
00-0-10	94 468 Kč	174 973 Kč	144 140 Kč
00-0-12	119 609 Kč	221 916 Kč	190 029 Kč
00-0-14	145 409 Kč	275 114 Kč	238 485 Kč
00-0-16	177 087 Kč	348 856 Kč	303 693 Kč

Graf č. 3. Cena směsi

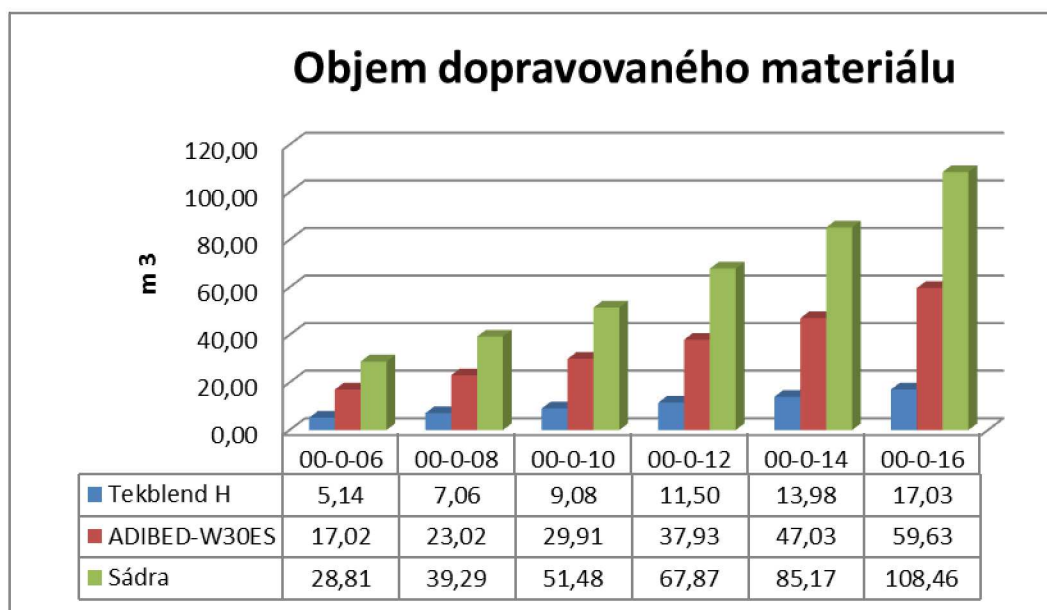


Rozdíl v objemu dopravovaného materiálu ukazuje tab. č. 12. a graf č. 4.

Tab. č. 12. Objem dopravovaného materiálu Tekblend H, ADIBED-W30ES a Sádry:

Objem materiálu	Tekblend H	ADIBED-W30ES	Sádra
00-0-06	5,14 m <sup>3</sup>	17,02 m <sup>3</sup>	28,81 m <sup>3</sup>
00-0-08	7,06 m <sup>3</sup>	23,02 m <sup>3</sup>	39,29 m <sup>3</sup>
00-0-10	9,08 m <sup>3</sup>	29,91 m <sup>3</sup>	51,48 m <sup>3</sup>
00-0-12	11,50 m <sup>3</sup>	37,93 m <sup>3</sup>	67,87 m <sup>3</sup>
00-0-14	13,98 m <sup>3</sup>	47,03 m <sup>3</sup>	85,17 m <sup>3</sup>
00-0-16	17,03 m <sup>3</sup>	59,63 m <sup>3</sup>	108,46 m <sup>3</sup>

*Graf č. 4. Objem dopravovaného materiálu*



Úspory:

- velikost skladu trvale vyhrazeného pro uložení stavebního materiálu,
- minimum cyklů dopravy,
- plynulost dopravy bez blokování dopravy stavebním materiálem,
- méně směn nutných pro překládání materiálu.

Přednosti:

- nové lehké typy konstrukcí peření,
- kultura práce a jednoduchost práce (svazování sít pomocí fašet, obr. č. 13),



*Obr. č. 13. Svazování sít pomocí fašet, [9]*

- demontovatelné a opakovatelné použití,
- nehrozí nákladné větrání dufkou,
- nehrozí pokles čerpaného CH<sub>4</sub> únikem netěsné hráze,
- opakované výbuchové zkoušky potvrdily trvalou funkci Tekblendu H.

## 5.5 Doporučení

ADIBED-W30ES dokáže dožrát na pevnost v tlaku okolních hornin a omezí tak poškození hráze bočními tlaky. Tekblend H dokáže vytvořit podstatný rozdíl v množství dopravovaného a zpracovávaného objemu na místě určení. U obou nových materiálů jsou nižší nároky na skladovací prostory, šetří se na dopravě množstvím materiálu. Nedochází k blokování přetížené dopravy. Přídržná vlastnost k okolní hornině umožní hráze stavět bez záseku a šetřit velké množství objemu nutných k vyplnění záseků hlubokých až 0.5 - 1 m jak zatím nařizuje vyhláška 4/1994 Sb.

Kratší hráze vytvářejí nižší tlak na peření. To umožňuje rychleji realizovat celou hráz použitím nových lehkých konstrukcí a použitého materiálu na stavbu peření. Ušetřit práškový materiál lze použitím většího vodního součinitele na začátku plnění a tento snižovat na projektovanou pevnost v tlaku v době ukončení plnění hráze.

Zpráva VVUÚ str. 56 [9] v zápise je konstatováno, že nová kritéria sádru G6 – BIII nesplňuje.

Sádru jako vyplňovací hmotu pro výbuchuvzdorné a těsné hráze nedoporučuji. Svými vlastnostmi nikdy nedosáhne splnění kritéria těsnosti. Pro realizaci hráze s předpokládaným dlouhodobým nebo trvalým umístěním doporučuji použít směs ADIBET W30ES. Pro realizaci hráze s předpokladem odstranění do pěti let, doporučuji směs Tekblend H.

## Závěr

Za posledních 50 let prošla technologie staveb důlních výbuchuvzdorných hrází několika zásadními obměnami. Průběžně se upustilo od rizikových typů hrází ze základkového kamene nebo kulakové či pytlové. Rozhodujícím faktorem byla rychlost a kvalita provedené stavby. První sádrové hráze postavené v 70. letech minulého století, byly z německé sádry Kranich a Rocaso. Nižší kvalita českých surovinových zdrojů vedla k nárůstu objemu hrází téměř o 100% a tím také k nárůstu času potřebného na dopravu materiálu k místu stavby a času pro výstavbu pevného peření. Dlouhý čas na vyplnění tělesa hrází se řešil vývojem výkonného šnekového čerpadla, který nahradil pneumatický systém dopravy za hydraulický s pohonem na stlačený vzduch. Majoritní podíl nedostatků sádry popsaný /kap. 3.3.4/ je závažným důvodem k modernizaci stávajícího systému staveb a uplatnění nalezených úspor i v nepřímých nákladech.

Nejnovější poznatky z geomechaniky ukazují na potřebu rozlišovat mezi krátkodobým uzavíráním a dlouhodobým či trvalým uzavíráním. Postupem do hloubky okolo 1000m narůstají tlakové projevy průvodního prostředí na těleso hráze. Také napětí od hran v nadloží či patkových tlaků v identické sloji mohou poškozovat hráze. Řešením jsou speciální směsi materiálů s rychlým nárůstem pevnosti do 24 hodin a koncovou pevností na úrovni okolních hornin.

Úspory celkových nákladů na mzdách, energii i pozdějších oprav hrází, se výrazně sníží prvotní pořizovací náklady na nová čerpadla i demontovatelné peření.

V době bezpečnostní revoluce, kdy nejcennější co vychází z dolu je zdravý horník, preferují hráze dokonalé. Náklady na bezpečnost jsou mnohdy daleko nižší než cena rizika. Na základě celkových výstupů hodnot nákladů na uzavírky důlních děl při odstavení hlavního ventilátoru jámy StI/ 1 Důlní závod 3, OKD, a.s., doporučuji používat pro následující stavby hrází směs TEKBLEND H nebo ADIBED-W30ES. Při využití nových typů hrází ADIBED W30ES nebo TEKBLEND H se tak navíc zvýší úroveň bezpečnosti a práce v dole.

## Seznam použité literatury

1. Kimer, Lasák.: Článek, Výstavba OKR – Dolu Staříč na Frýdecko Místecku. Ročenka, Těšínsko, 8. Ročník, 1965, s. 54.
2. Mapa dobývacího prostoru Závodu 3, [online][cit. 27.1.2015]. Dostupné z: <http://www.geofond.cz/mapsphere> .
3. Interní podnikové podklady OKD a.s. Důlního závodu 3. OKD, a.s.
4. Muta, J.: Návrh přípravy a dobývání porubních bloků dobývacího prostoru Staříč. Bakalářská práce, Ostrava 2011, s. 2 a 3.
5. Slavík, F., Novák, J., Kokta, J.: Mineralogie. Praha 1974, s. 406.
6. Vyhláška č.22/1989., o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci a bezpečnosti provozu při hornické činnosti a při dobývání nevyhrazených nerostů v podzemí. Český báňský úřad, Praha, 1988.
7. Instrukce č. 1/2003 pro stavbu výbuchuvzdorných hrází. HBZS Ostrava, Ostrava, 2013, 26 s.
8. Vyhláška č. 4/1994 Sb., kterou se stanoví požadavky na provedení a stavbu objektů a zařízení pro rozvod a izolaci větrů a uzavírání důlních děl. Český báňský úřad, Praha, 1994.
9. Šelešovský, P.: Závěrečná zpráva výzkumného úkolu ČBÚ č. 48-06 Navrzení nového typu uzavíracích hrází z hlediska konstrukce a použitých materiálů, bezpečnosti pracovníků v hlubinných dolech a v podmínkách podzemního stavitelství. VVUÚ a.s. Ostrava, 2008, 317s.
10. Faster a kol.: Báňské záchranářství I, Kompendium pro báňského záchranáře. Montenax a.s. 2000, s. 419-444, ISBN 80-7225-132-5.



11. Glatz, V. Robenek, Z. Černín, M.: Technologie stavby rychletuhnoucích hrází. VVUÚ Zpráva č. 46, Ostrava, 1967, s. 6.
12. Prokop, P.: Důlní větrání a technika bezpečnosti. Skripta VŠB – TUV Ostrava 2002, 103 s. H-220487-15730/87.
13. Faster a kol.: Báňské záchranářství II, Kompendium pro vedoucí likvidace havárie. Montanex a.s. 2004, s. 230-270, ISBN 80-7225-132-5.
14. Vavro a kol.: Technologie hlubinného dobývání uhelných ložisek. Skripta VŠB, VŠB 1993, 286 s., ISBN 80-7078-176-9.
15. Grygárek, J. Hudeček, V.: Základy hornictví. Skripta VŠB – TU Ostrava, 2004, ISBN 80 – 7078 – 613 – 2.
16. Vyhláška č. 90/2003 Sb., kterou se mění vyhláška č. 4/1994 Sb., kterou se stanoví požadavky na provedení a stavbu objektů a zařízení pro rozvod a izolaci větrů a uzavírání důlních děl. Český báňský úřad.
17. Badania wytrzymałości tamy przeciw wybuchowej wykonanej ze spoiwa mineralnocementowego ADIBED-W30ES, Główny Instytut Górnictwa, Katowice, 2013.
18. Hrubešová, E. Aldorf, J. Ďuriš, L. Posouzení použití výrobku ADIBED-W30ES ke stavbě uzavíracích hrází v důlních dílech, včetně matematického modelu s výpočty limitních tlouštěk hráze. Znalecký posudek, FAST, VŠB-TUO, Ostrava, 2014.
19. Minerální cementová směs ADIBET-W30ES. Návod k použití. ORICA Minova Bohemia. 2014, 9 s.
20. MONO-WT.820, WT.820S, WT.820/1, a WT.820/1S. Návod k použití. ORICA Minova Bohemia, 2011, 25 s.
21. Minerální cementová směs TEKBLEND H. Návod k použití. ORICA Minova Bohemia, 2011, 8 s.

## Seznam obrázků

1. Dobývací prostor Důlního závodu 3, OKD a.s.
2. Zakreslení polohy v izometrické mapě - výřez z izometrické mapy (příloha č. 2).
3. Zakreslená tektonika procházející chodbou - výřez z geologického řezu (příloha č. 3).
4. Zakreslení polohy v izometrické mapě - výřez z izometrické mapy (příloha č. 2).
5. Špalíková hráz.
6. Zděná hráz.
7. Výsledný rozdíl kvality sádry.
8. Sádrová hráz.
9. Rozložení sil maximálního zatížení smykem.
10. Ukázka kontrolní tabulky umístěné na hrázi.
11. Čerpadlo typ MONO-WT.820.
12. Nový typ lehkého peření.
13. Svazování sít pomocí fašet.

## Seznam grafů

1. Graf závislosti délky hráze na tahové pevnosti materiálu a velikost profilu.
2. Délky hrází.
3. Cena směsi
4. Objem dopravovaného materiálu.

## Seznam tabulek

1. Délka a objem hráze č. 21 382, cena použité směsi.

2. Délka, objem a cena použité směsi hráze č 32 429.
3. Minimální tloušťky pytlových hrází.
4. Základní technická data ADIBET-WT30ES.
5. Základní mechanická data ADIBET-WT30ES.
6. Základní technická data Tekblend H.
7. Základní technická data Tekblend H.
8. Délka, objem a cena jedné hráze z mat. Tekblend H.
9. Délka, objem a cena jedné hráze z mat. ADIBED-W30ES.
10. Celkové náklady Tekblend a Sádra.
11. Výstup výsledků pořizovací ceny Tekblend, ADIBED-W30ES a Sádry.
12. Objem dopravovaného materiálu Tekblend H, ADIBED-W30ES a Sádry.

## **Seznam příloh**

1. Izometrická mapa Důlní závod 3 před uzavřením.
2. Izometrická mapa Důlní závod 3 po uzavření.
3. Mapa geologického řezu.
4. Výpočty nákladů na uzavírku.